Iranian Food Science and Technology
Research Journal
Homepage: https://ifstrj.um.ac.ir

Research Article
Vol. 20, No. 5, Dec.-Jan. 2024, p. 589-605

Evaluation of Persian Gum Effect on Microbial, Physicochemical and Sensory Properties of Brined Ultrafiltered Cheese during Storage

A. Gholamhosseinpour[1*], S. Zare[2]

1 and 2- Assistant Professor and M.Sc. Graduate, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Jahrom University, Jahrom, Iran, respectively.
([*]- Corresponding Author Email: ghali@jahromu.ac.ir)

Dates	How to cite this article:
Received: 25.04.2024 Revised: 17.07.2024 Accepted: 01.08.2024 Available Online: 21.11.2024	Gholamhosseinpour, A., & Zare, S. (2024). Evaluation of Persian gum effect on microbial, physicochemical and sensory properties of brined ultrafiltered cheese during storage. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, *20*(5), 589-605. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/ifstrj.2024.87780.1328

Introduction

Cheese is a term that encompasses a diverse group of fermented dairy products produced globally, available in a variety of flavors, textures, and shapes. It is rich in proteins, minerals, and vitamins, all contributing to its high nutritional value. Among these, brined ultrafiltered cheeses are soft cheeses that undergo their ripening process in brine. In recent times, this type of cheese has gained popularity, securing a significant consumer market in our country. Food hydrocolloids, comprising polysaccharides and proteins, are extensively utilized in the food, and biomedical industries. They function as thickening agents, forming gels with controlled functionality and specific physical properties. Additionally, they act as stabilizers in various dispersions and serve as carriers for bioactive compounds. Many hydrocolloids, such as whey proteins or dietary fibers, also possess health-promoting properties and can provide essential nutrients necessary for maintaining human biological activity. Beyond their nutritional benefits, food hydrocolloids find applications in advanced materials like food packaging, biomedical materials, biopolymers, polymer electrolytes, mineral nanoparticle synthesis, and organic pollutant removal. Natural hydrocolloids are typically non-toxic and environmentally friendly. They are made naturally from plants, animals, algae, or microorganisms. They are employed to enhance the physicochemical, structural, rheological, and sensory properties of dairy products. Persian gum, derived from the almond tree (*Amygdalus scoparia* Spach), is one such natural hydrocolloid commonly used as an herbal remedy in Iran. It is commercially available in various colors, shapes, and sizes. Its low cost, availability, biodegradability, and capability to substitute stabilizers and emulsifiers have increased its utilization in the food and pharmaceutical industries.

Materials and Methods

After being received and initially cooled, raw cow milk underwent pasteurization and was stored for the ultrafiltration process. Persian gum (PG) was incrementally incorporated into a specific quantity of warm retentate and thoroughly blended. This mixture was then combined with the remaining retentate to produce retentates with PG concentrations of 0.03%, 0.05%, and 0.1%. These mixtures were then subjected to homogenization and pasteurization. Following these processes, the retentate was cooled to a temperature range of 35-40°C. It was then poured into containers for coagulation, to which microbial rennet and a starter culture comprising *Lactobacillus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, and *Streptococcus thermophilus* were added. After roughly 6 hours, once the curd pH dropped to 5.1, a 12% brine solution was introduced into the container. Finally, the containers were sealed and placed in a 4°C cold storage for microbial, physicochemical, and sensory evaluations over a 90-day storage period. Statistical analysis was conducted using the Minitab software (version 16.2.0.0 for Windows, Minitab Inc., Coventry, United Kingdom) at a 95%

https://doi.org/10.22067/ifstrj.2024.87780.1328

confidence level.

Results and Discussion

Based on the obtained results, during the storage period, no microbial spoilage (including coliforms, molds, and yeasts) was observed in the control and gum-containing samples. The ash content (%), gumminess (N), chewiness (Nmm), adhesiveness (Ns), and fracturability (N) of the samples increased initially up to day 45 and then decreased. The acidity (% lactic acid) of the samples continuously increased during the storage period, while the amount of fat (%) of samples showed a decreasing trend. An increase in gum concentration led to a significant decrease ($p \leq 0.05$) in the acidity (167.22 to 123.11 %), gumminess (8.35 to 1.30 N) and chewiness (216.19 to 38.83 Nmm) of the samples, while the ash content (3.69 to 3.92 %) and cheese adhesiveness (0.66 to 0.80 Ns) increased significantly ($p \leq 0.05$). Regarding sensory properties, color and appearance, and aroma scores of the cheeses were not significantly affected by the storage time. The interaction effect of time and gum concentration did not create a significant difference in texture and flavor scores, while their single effects were significant ($p \leq 0.05$). Overall acceptance of the samples was only significantly affected by the gum concentration ($p \leq 0.05$), and the interaction effect of time and concentration did not significantly affect the overall acceptance score. Finally, the cheese containing 0.5% gum received the highest sensory score compared to other samples, while the cheese containing 0.1% gum received the lowest sensory score. Considering the positive effect of Persian gum on various cheese properties, especially texture improvement, its utilization in industrial cheese production, as well as investigating its combined effects with other hydrocolloids, is recommended.

Keywords: Brined cheese, Persian gum, Storage period, Ultrafiltration

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
https://ifstrj.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۲۰، شماره ۵، آذر-دی ۱۴۰۳، ص. ۵۸۹-۶۰۵

بررسی تأثیر صمغ فارسی بر ویژگی‌های میکروبی، فیزیکوشیمیایی و حسی پنیر فراپالایش آب‌نمکی طی دوره نگهداری

علی‌اکبر غلامحسین‌پور[1]*- سعید زارع[2]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۱۰

چکیده

در این پژوهش، اثر صمغ فارسی در غلظت‌های صفر، ۰/۰۳، ۰/۰۵ و ۰/۱ درصد بر ویژگی‌های میکروبی، بافتی، فیزیکوشیمیایی و حسی پنیر فراپالایش آب‌نمکی طی دوره نگهداری در روزهای ۳، ۴۵ و ۹۰ بررسی گردید. بر اساس نتایج به‌دست آمده، در طول دوره نگهداری هیچ‌گونه رشد میکروب‌های مولد فساد (کلیفرم و کپک و مخمر) در نمونه‌های شاهد و حاوی صمغ مشاهده نگردید. میزان خاکستر (٪)، حالت صمغی (N) (جز نمونه شاهد)، حالت آدامسی (Nmm)، چسبندگی (Ns) و قابلیت شکست (N) (جز نمونه شاهد) نمونه‌ها ابتدا تا روز ۴۵ افزایش یافت و پس از آن تا روز ۹۰ کاهش پیدا کرد. میزان اسیدیته (٪ اسید لاکتیک) نمونه‌ها نیز طی دوره نگهداری به‌صورت پیوسته افزایش یافت، درحالی‌که مقدار چربی (٪) پنیرها روند کاهشی داشت. افزایش غلظت صمغ باعث کاهش معنی‌دار (p≤۰/۰۵) اسیدیته (۱۶۷/۲۲ تا ۱۲۳/۱۱ ٪)، حالت صمغی (۸/۳۵ تا ۱/۳۰ N) و حالت آدامسی (۲۱۶/۱۹ تا ۳۸/۸۳ Nmm) نمونه‌ها گردید، درحالی‌که مقادیر خاکستر (۳/۶۹ تا ۳/۹۲ ٪) و چسبندگی (۰/۶۶ تا ۰/۸۰ Ns) پنیرها افزایش معنی‌داری (p≤۰/۰۵) پیدا کردند. در ارتباط با ویژگی‌های حسی، امتیاز رنگ و ظاهر و آرومای پنیرها تحت تأثیر معنی‌دار زمان نگهداری قرار نگرفت. اثر متقابل زمان و غلظت صمغ تفاوت معنی‌داری در امتیاز بافت و طعم ایجاد نکرد، درحالی‌که اثرات ساده آنها معنی‌دار (p≤۰/۰۵) بود. پذیرش کلی نمونه‌ها نیز تنها تحت تأثیر معنی‌دار (p≤۰/۰۵) غلظت صمغ قرار داشت و اثر زمان و تأثیر متقابل آن با غلظت بر امتیاز پذیرش کلی معنی‌دار نبود. در نهایت، پنیر حاوی ۰/۰۵ ٪ صمغ از نظر ویژگی‌های حسی امتیاز بالاتری نسبت به سایر نمونه‌ها کسب نمود و پنیر حاوی ۰/۱ ٪ صمغ از طرف ارزیابان کمترین امتیاز حسی را به‌دست آورد.

واژه‌های کلیدی: پنیر آب‌نمکی، دوره نگهداری، صمغ فارسی، فراپالایش

مقدمه

پنیر نام عمومی گروهی از فرآورده‌های لبنی تخمیری است که در سراسر جهان در طعم، بافت و شکل‌های بسیار متنوعی تولید می‌شود (Fox *et al.*, 2017). پنیر فتای فراپالایش پنیری است تازه با بافت نرم و گسترش‌پذیر که طی تغلیظ شیر از طریق فرآیند فراپالایش تا ماده خشک ۳۵ ٪ و سپس انعقاد آنزیمی آن به‌دست می‌آید. این پنیر حاوی ۴۵ تا ۶۰ ٪ چربی (بر پایه ماده خشک) و حداقل ۱۰ ٪ پروتئین می‌باشد (Gholamhosseinpour *et al.*, 2014). اسیدیته پنیر فراپالایش بین ۰/۵ تا ۲ ٪ (بر حسب اسید لاکتیک) بوده و حداکثر pH آن ۵/۲ است (Gholamhosseinpour & Zare, 2024). پنیرهای سفید آب‌نمکی معمولاً از شیر پاستوریزه شده گاو تولید شده و دوران نگهداری ۴۵ تا ۹۰ روزه خود را در آب نمک ۸ تا ۱۶ ٪ طی می‌کند تا تغییرات بیوشیمیایی، بافتی، ساختاری و حسی مطلوب در آن ایجاد شود (Madadlou *et al.*, 2007; Azarnia *et al.*, 1997).

هیدروکلوئیدهای غذایی مجموعه‌ای از پلی‌ساکاریدها و پروتئین‌ها می‌باشند که می‌توانند به‌عنوان عوامل غلیظ‌کننده عمل کرده و ژل‌هایی با عملکردها و ویژگی‌های فیزیکی کنترل شده تولید کنند.

---

۱ و ۲- استادیار و دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جهرم، جهرم، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: ghali@jahromu.ac.ir)
https://doi.org/10.22067/ifstrj.2024.87780.1328

آنها همچنین می‌توانند به‌عنوان تثبیت‌کننده در سیستم‌های پراکنده پایدار غذایی مختلف و همچنین حامل‌های ترکیبات زیست‌فعال مورد استفاده قرار گیرند. در کنار این ویژگی‌ها، بسیاری از هیدروکلوئیدها، همچون پروتئین آب‌پنیر یا فیبرهای غذایی، از ویژگی سلامتی‌زایی نیز برخوردار بوده و می‌توانند مواد مغذی اصلی و ضروری را برای حفظ فعالیت زیستی انسان فراهم کنند. علاوه بر این، هیدروکلوئیدهای غذایی را می‌توان به‌عنوان جایگزین چربی در محصولات مختلف، در مواد عملگر با کاربردهای پیشرفته در بسته‌بندی مواد غذایی، مواد زیست‌پزشکی، بیونانومواد، الکترولیت‌های پلیمری، سنتز نانوذرات معدنی و حذف آلاینده‌های آلی نیز به‌کار برد (Fang *et al.*, 2021). برای بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی، رئولوژیک و حسی محصولات لبنی از هیدروکلوئیدها استفاده می‌شود. عملکرد هیدروکلوئیدها در ماتریکس‌های لبنی مبتنی بر برهم‌کنش‌های بین پروتئین‌ها و پلی‌ساکاریدها و فاکتورهای مؤثر بر آنها می‌باشد (Yousefi & Jafari, 2019).

صمغ فارسی یکی از هیدروکلوئیدهای طبیعی است که در ایران معمولاً به‌عنوان داروی گیاهی استفاده می‌شود. این صمغ از درخت بادام کوهی، *Amygdalus scoparia* Spach، که در اصل بومی ایران می‌باشد، به‌دست می‌آید. ایران با توجه به موقعیت جغرافیایی و محیطی خود، منبع عمده‌ای برای این محصول بوده و در حال حاضر، سالانه بیش از ۴۰۰۰۰۰ کیلوگرم صمغ فارسی صادر می‌کند که پیش‌بینی می‌شود این مقدار طی چند سال آینده افزایش قابل توجهی داشته باشد (Abbasi, 2017). صمغ فارسی در سطح تجاری در رنگ ها (سفید، زرد روشن، زرد تیره، قهوه‌ای روشن، قهوه‌ای تیره، کهربایی یا قرمز)، شکل‌ها و اندازه‌های مختلف در دسترس می‌باشد. قیمت پایین، در دسترس بودن، زیست تخریب‌پذیر بودن و جایگزینی پایدارکننده‌ها و امولسی‌فایرها باعث افزایش کاربرد این صمغ در صنایع غذایی و دارویی شده است (Abbasi, 2017). از صمغ فارسی می‌توان برای بهبود رفتار جریان، بافت، پایداری و سایر ویژگی‌های کیفی مواد غذایی استفاده کرد. علاوه بر این، می‌توان از آن برای ایجاد کمپلکس با پروتئین‌ها یا سایر پلیمرها استفاده کرد که کاربردهای جدیدی از جمله در ریزپوشانی و رهایش هدفمند ترکیبات زیست‌فعال خواهد داشت. همچنین، به‌منظور تقویت خواص عملکردی صمغ و یا ایجاد ویژگی‌های مهم تکنولوژیکی جدید در آن می‌توان اصلاحات شیمیایی یا فیزیکی روی آن اعمال نمود. این ویژگی‌های مفید، این صمغ طبیعی را به‌عنوان ماده‌ای مناسب نشان می‌دهد که به‌طور بالقوه می‌تواند برای اهداف مختلف در محصولات غذایی و دارویی مورد استفاده قرار گیرد (Dabestani *et al.*, 2018).

آذرنیا و همکاران (Azarnia *et al.*, 2014) در مطالعه‌ای اثر غلظت‌های مختلف (۰/۱، ۰/۲، ۰/۳ و ۰/۴ ٪) صمغ دانه قدومه شیرازی، به‌عنوان جایگزین چربی، را در پنیر سفید فراپالایش کم‌چرب ایرانی مورد بررسی قرار دادند. بر اساس نتایج به‌دست آمده، افزایش غلظت صمغ باعث افزایش محتوای رطوبتی پنیر گردید که نرمی بیشتر بافت را در پی داشت. همچنین، با افزایش غلظت صمغ، میزان اسیدیته نمونه‌های پنیر کاهش یافت. پنیر حاوی ۰/۳ ٪ صمغ از بیشترین قابلیت پذیرش برخوردار بود، در حالی‌که، نمونه‌های تهیه شده از غلظت ۰/۴ ٪ صمغ، بافت بسیار نرم و احساس دهانی نامطلوبی داشتند. رستم‌آبادی و همکاران (Rostamabadi *et al.*, 2017) از صمغ فارسی (۰، ۰/۱ و ۰/۲ درصد) و صمغ بادام (۰، ۰/۱ و ۰/۲ درصد) در سطوح مختلف چربی (۳، ۶/۵ و ۱۰ درصد) در تولید پنیر سفید ایرانی فراپالایش استفاده کردند. نتایج حاصل از بهینه‌سازی حاکی از آن بود که با استفاده از غلظت ۰/۲ درصد صمغ فارسی، ۰/۱۴ درصد صمغ بادام و ۱۰ درصد چربی در فرمولاسیون پنیر سفید ایرانی فراپالایش می‌توان پنیری کم‌چرب با ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، حسی و رنگ مطلوب تولید نمود. در پژوهش دیگری از صمغ فارسی در غلظت‌های ۰/۱ و ۰/۲۵ درصد در تولید پنیر آب‌نمکی کم‌چرب استفاده گردید. نتایج نشان داد که افزودن صمغ فارسی باعث ایجاد بافت نرم‌تر در پنیر کم‌چرب در مقایسه با پنیر کم‌چرب شاهد گردید. همچنین در پنیرهای حاوی صمغ فارسی، در نتیجه ظرفیت اتصال به آب این هیدروکلوئید، میزان رطوبت افزایش یافت. ادغام صمغ در ماتریس پنیر کم چرب نیز باعث بهبود خواص حسی آن گردید (Baghdadi *et al.*, 2018). خانی و روفه‌گری‌نژاد (Khani & Roufegari-Nejad, 2019)، استفاده از صمغ گزانتان در سه سطح ۰/۱، ۰/۳ و ۰/۵ ٪ را در تولید پنیر سفید فراپالایش کم‌چرب (دارای ۸ ٪ چربی) مورد بررسی قرار دادند. نمونه‌های تولیدی به‌همراه نمونه شاهد (کم‌چرب فاقد صمغ گزانتان) طی دوره رسیدگی (روزهای صفر، ۱۵، ۳۰ و ۴۵) از نظر ویژگی‌های شیمیایی (pH، اسیدیته، نمک، چربی، ماده خشک بدون چربی)، ویژگی‌های بافتی (پیوستگی، حالت صمغی، حالت آدامسی، حالت فنری) و پذیرش کلی مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که مقدار صمغ اثر معنی‌داری بر میزان چربی نداشت در صورتی‌که pH و مقدار ماده خشک بدون چربی با افزودن مقدار صمغ به‌طور معنی‌داری کاهش یافتند. از نظر ویژگی‌های بافتی، پنیرهای تهیه شده با غلظت ۰/۵ ٪ صمغ، سختی پایین‌تری داشتند، در حالی‌که پیوستگی، حالت صمغی، حالت آدامسی و حالت فنری آنها بالاتر بود. از نظر پذیرش کلی نیز پنیرهای سفید فراپالایش تهیه شده با ۰/۵ ٪ صمغ بیشترین پذیرش را داشتند. در مطالعه‌ای دیگر، خصوصیات بافتی پنیر سفید ایرانی تولید

شده به روش فراپالایش حاوی صمغ کتیرا و زانتان، هر کدام در محدوده صفر تا ۰/۱ ٪، و صمغ دانه‌های ریحان و بذر کتان، هر کدام در دامنه صفر تا ۰/۲ ٪ مورد ارزیابی قرار گرفت. با توجه به نتایج، با افزایش میزان صمغ دانه ریحان در نمونه‌ها، سختی، پیوستگی، حالت صمغی و قابلیت جویدن پنیرها در مقایسه با نمونه شاهد افزایش یافت. برای تهیه پنیر سفید تولید شده به روش فراپالایش، استفاده از ۰/۰۵ ٪ صمغ کتیرا، ۰/۰۵ ٪ صمغ زانتان و ۰/۱ ٪ صمغ دانه کتان توصیه گردید (Zomorodi *et al.*, 2019).

یکی از مشکلات پنیر فراپالایش آب‌نمکی بروز نوعی بافت گچی در آن است که می‌تواند ناشی از افزایش بیش از حد اسیدیته و به دنبال آن افزایش آب‌انداختگی طی دوره نگهداری باشد، که در نهایت منجر به سفتی بیش از حد بافت و کوچک شدن اندازه محصول نهایی و نامطلوب شدن ویژگی‌های حسی آن خواهد شد (Fritzen-Freire *et al.*, 2010; Gholamhosseinpour & Zare, 2024). یکی از روش‌های بهبود خواص بافتی و حسی پنیر استفاده از هیدروکلوئیدهاست که با برهم‌کنش‌های درون شبکه‌ای باعث ارتقای کیفی محصول نهایی می‌گردند (Zomorodi *et al.*, 2020). با در نظر گرفتن میزان تولید پنیرهای فراپالایش آب‌نمکی در کشور، سهم آنها از سبد غذایی خانوار و همچنین مطلوبیت طعم و مزه خاص محصول، ارتقای کیفیت این نوع پنیر کاملاً ضروری به نظر می‌رسد. در کنار ارزان و در دسترس بودن صمغ فارسی، جذب آب مناسب و برهمکنش بالای آن با دیگر مولکول‌ها ضرورت استفاده صنعتی از این صمغ جهت اصلاح خواص بافتی و حسی پنیر را برجسته‌تر می‌سازد. با توجه به اینکه تاکنون از این صمغ در تولید پنیر فراپالایش آب‌نمکی در مقیاس صنعتی استفاده نشده، لذا در پژوهش حاضر اثر آن بر خصوصیات میکروبی، فیزیکوشیمیایی و حسی پنیر فراپالایش آب‌نمکی در طول دوره نگهداری بررسی می‌شود تا علاوه بر ارزیابی اثر آن بر کیفیت محصول، گامی در جهت استفاده از صمغ‌های بومی و استفاده از خواص عملکردی آنها نیز برداشته شده باشد.

مواد و روش‌ها

تولید پنیر

ابتدا شیر خام (۸۰۰ کیلوگرم شیر برای تولید ۸۰ کیلوگرم پنیر) با شرایط شمارش کلی میکروبی کمتر از یک میلیون، تست الکل ۶۸ ٪ پایدار، تست خون منفی، تست آنتی‌بیوتیک منفی، مقدار چربی ۳ ٪ و مقدار پروتئین ۲/۹ ٪ دریافت و پس از سردسازی سریع اولیه، پاستوریزه شد و جهت فرآیند فراپالایش (غشای استات سلولزی، شرکت کوخ آلمان، دمای عملیاتی ۵۵ درجه سانتی‌گراد، فشار ورودی ۴ بار و فشار خروجی ۱ بار) ذخیره گردید. پس از فرآیند فراپالایش، برای هر نسبت غلظتی (۰/۰۳، ۰/۰۵ و ۰/۱ درصد) میزان مشخص صمغ جهت انحلال و پراکندگی مناسب ابتدا به تدریج به مقداری ناتراوه گرم با دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد اضافه شد و به‌طور کامل مخلوط گردید. مخلوط حاصله در ادامه به باقیمانده ناتراوه اضافه شد تا ناتراوه‌هایی با غلظت‌های نهایی ۰/۰۳، ۰/۰۵ و ۰/۱ درصد صمغ به دست آیند. مخلوط حاصله سپس تحت فرآیندهای هموژنیزاسیون (فشار ۱۲۰ بار) و پاستوریزاسیون (دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد) قرار گرفت. در ادامه، ناتراوه با دمای ۳۵ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد از دستگاه پاستوریزاتور خارج شد و پس از ذخیره‌سازی، به آن آنزیم رنین میکروبی (Proteria, Handry company, Belgium) و آغازگر DELVO-TEC MT 50 حاوی *لاکتوباسیلوس لاکتیس* زیرگونه *لاکتیس*، *لاکتوکوکوس لاکتیس* زیرگونه *کرموریس* و *استرپتوکوکوس ترموفیلوس*، جهت کاهش pH و همچنین بهبود ویژگی‌های ارگانولپتیک محصول، اضافه گردید. دلمه شدن ناتراوه پس از گذشت ۱۵ دقیقه صورت گرفت. جهت حذف کف بر روی دلمه از ضد کف (شوکا شیمی اسپادانا) و جهت جلوگیری از چسبندگی محصول به ظرف از آنتی‌استیک (شوکا شیمی اسپادانا) استفاده گردید. پس از گذشت حدود ۶ ساعت از زمان پرکردن ظرف و افت pH دلمه تا ۵/۱، آب نمک ۱۲ ٪ به محصول اضافه شد. در پایان نیز درب‌بندی صورت گرفت و محصول به سردخانه ۴ درجه سانتی‌گراد منتقل و به‌مدت ۹۰ روز نگهداری گردید. آزمون‌ها در روزهای ۳، ۴۵ و ۹۰ بر روی نمونه‌های پنیر انجام شدند.

شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها

جهت شمارش کلیفرم‌ها از استاندارد ملی ایران، شماره ۱۱۱۶۶ (ISIRI, 2008) و برای شمارش کپک و مخمر از استاندارد ملی ایران، شماره ۱۰۱۵۴ (ISIRI, 2007) استفاده گردید.

خاکستر

مقدار خاکستر نمونه‌ها توسط کوره الکتریکی در دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد به روش وزنی اندازه‌گیری گردید (AOAC, 2005).

اسیدیته

برای اندازه‌گیری اسیدیته نیز، تیتراسیون نمونه‌های پنیر با سود ۰/۱ نرمال انجام شد و داده‌ها بر حسب درجه دورنیک بیان شدند (ISIRI, 2022).

چربی

مقدار چربی نمونه‌ها به روش ژربر و با استفاده از سانتریفوژ ژربر (GmbH, Berlin, Germany Funke Gerber) اندازه‌گیری گردید (BSI, 1989).

آزمون آنالیز پروفایل بافت[1]

برای این آزمون، از دستگاه سنجش بافت (Brookfield CT3 Texture Analyzer, USA) و پروب استوانه‌ای به قطر ۳۵ میلی‌متر استفاده شد. نمونه‌های پنیر بلافاصله قبل از آزمایش از یخچال خارج و پس از برش به ابعاد ۲۰×۲۰×۲۰ میلی‌متر تا ۳۰ ٪ ارتفاع اولیه توسط پروب دستگاه فشرده شدند. سرعت حرکت پروب، ۱ میلی‌متر در ثانیه بود و فشرده‌سازی در دو مرحله انجام شد. هر آزمون حداقل در سه تکرار انجام گردید. برای جلوگیری از اصطکاک و چسبیدن پنیر به پروب دستگاه، سطح پروب در هر نوبت آزمون به روغن مایع آغشته گردید. صفات مورد اندازه‌گیری عبارت بودند از: چسبندگی (نیوتن در ثانیه)، حالت صمغی (نیوتن)، حالت آدامسی (نیوتن در میلی‌متر) و قابلیت شکست (نیوتن) (Gunasekaran & Ak, 2003).

ارزیابی حسی

ارزیابی حسی با آزمون چشایی توسط ۱۰ نفر از پرسنل شرکت شیر پاستوریزه پگاه فارس صورت گرفت. ارزیابان بر اساس علاقه و دقت انتخاب گردیده و درخصوص امتیازدهی به رنگ و ظاهر، آروما، بافت، طعم و پذیرش کلی در مقیاس هدونیک ۵ نقطه‌ای (از ۱ تا ۵) آموزش داده شدند. حداقل و حداکثر رضایتمندی به‌ترتیب با امتیازات ۱ و ۵ مشخص گردید. در این آزمون نمونه‌های مکعبی ۲۰ گرمی پنیر در اختیار ارزیابان قرار گرفت و از آنان خواسته شد تا قبل از انجام هر آزمون دهان خود را با آب بشویند. بدین منظور، صفات طعم، آروما، بافت، رنگ و پذیرش کلی نمونه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت (Gholamhosseinpour *et al.*, 2021). طعم مجموع کل تأثیرات حسی یا احساسات درک شده هنگام قرار گرفتن ماده غذایی در دهان می‌باشد. آروما درک ما از ترکیبات فرّاری است که از غذا آزاد می شوند. بافت اصطلاح پیچیده‌ای است که با ساختار ماده غذایی مرتبط بوده و خواص مکانیکی، هندسی و رطوبتی آن را در بر می‌گیرد. رنگ به‌عنوان ادراک ناشی از نور در تعامل با ماده غذایی تعریف می‌شود. پذیرش کلی نیز درک کلی و نهایی ما از ماده غذایی با در نظر گرفتن ویژگی‌های مختلف حسی می‌باشد (Clark *et al.*, 2009).

تجزیه و تحلیل آماری

در این پژوهش از طرح کاملاً تصادفی استفاده گردید. غلظت صمغ (۰، ۰/۰۳، ۰/۰۵ و ۰/۱ درصد) و زمان رسیدگی (۳، ۴۵ و ۹۰ روز) به‌عنوان تیمارها انتخاب گردیده و آزمون‌ها نیز در سه تکرار صورت گرفتند. تجزیه و تحلیل داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها نیز با انجام آزمون‌های ANOVA و توکی در سطح معنی‌داری ($p \leq ۰/۰۵$) با استفاده از نرم‌افزار Minitab 16.2.0 صورت پذیرفت. برای رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار Microsoft Excel 2016 استفاده گردید.

نتایج و بحث

بررسی ویژگی‌های میکروبی پنیر فراپالایش آب‌نمکی طی دوره نگهداری

پنیرها از نظر آلودگی کلیفرمی، کپکی و مخمری طی ۹۰ روز مورد بررسی قرار گرفتند و در این مدت هیچ‌گونه رشد میکروبی قابل شمارشی در نمونه‌های شاهد و حاوی صمغ مشاهده نگردید. از این رو، ایمنی میکروبی محصول در کل دوره نگهداری مورد تأیید قرار گرفت.

اثر صمغ فارسی بر میزان اسیدیته پنیر فراپالایش آب‌نمکی طی دوره نگهداری

در شکل ۱ اثر صمغ فارسی بر میزان اسیدیته پنیر فراپالایش آب‌نمکی طی دوره نگهداری ارائه شده است. همان‌طور که در شکل مشخص است، پنیر شاهد بیشترین میزان اسیدیته را داشت، درحالی‌که پنیر حاوی ۰/۱ ٪ صمغ از کمترین میزان اسیدیته برخوردار بود. در هر یک از زمان‌های نگهداری اختلاف اسیدیته نمونه‌ها معنی‌دار ($p \leq ۰/۰۵$) بود، به استثنای روز ۹۰ که تفاوت معنی‌داری بین اسیدیته نمونه‌های حاوی ۰/۰۵ و ۰/۱ ٪ صمغ مشاهده نشد. با افزایش زمان نگهداری نیز اسیدیته تمام نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری ($p \leq ۰/۰۵$) افزایش یافت، اما این افزایش در پنیر حاوی ۰/۱ ٪ صمغ بیشترین (۳۷/۷ ٪) و در پنیر شاهد کمترین مقدار (۱۶/۷ ٪) را به خود اختصاص داد.

طی تخمیر لاکتیکی، لاکتوز ابتدا توسط بتا-گالاکتوزیداز به قندهای گلوکز و گالاکتوز هیدرولیز شده و آنها نیز در ادامه به اسید لاکتیک، به‌عنوان محصول نهایی تخمیر، تبدیل می‌شوند. از آنجایی که افزایش تعداد باکتری‌های اسید لاکتیک طی تخمیر باعث افزایش مقدار بتا-گالاکتوزیداز می‌شود، مقدار اسید لاکتیک نیز به همان نسبت افزایش می‌یابد (Hashemi *et al.*, 2021). نتایج حاصل از تحقیقات سوزا و سعد (Souza & Saad, 2009) (پنیر تازه میناس)، شهاب‌لواسانی و همکاران (Shahab Lavasani *et al.*, 2012) (پنیر لیقوان تا روز ۶۰)، کریمی و همکاران (Karimi *et al.*, 2012) (پنیر

1- Texture profile analysis (TPA)

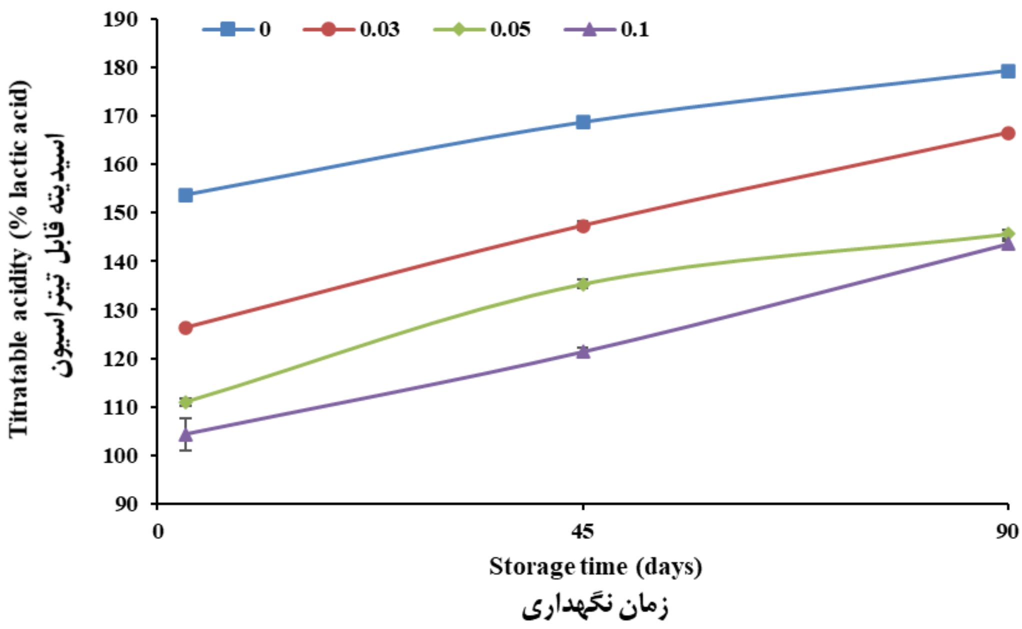
فتای فراپالایش)، غلامحسین‌پور و همکاران (Gholamhosseinpour *et al.*, 2021) (پنیر فتای فراپالایش آنالوگ) و غلامحسین‌پور و همکاران (Gholamhosseinpour *et al.*, 2023) (پنیر فراپالایش آب‌نمکی) نشان داد که میزان اسیدیته پنیر طی دوره نگهداری افزایش می‌یابد. دلیل این افزایش تخمیر لاکتوز به اسید لاکتیک و همچنین آزاد شدن اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه طی لیپولیز و پروتئولیز می‌باشد. کاتابولیسم اسید لاکتیک و ورود آن به آب نمک و همچنین تولید آمونیاک نیز عامل کاهش اسیدیته در انتهای دوره نگهداری برخی از پنیرها عنوان شده است (Baghdadi *et al.*, 2018; Khani & Roufegari-Nejad, 2019). پایین‌تر بودن میزان اسیدیته در نمونه‌های حاوی صمغ بیشتر به‌دلیل فعالیت آب‌دوستی صمغ و جذب آب بالاتر می‌باشد. بغدادی و همکاران (Baghdadi *et al.*, 2018) نیز گزارش کرد که با افزایش غلظت صمغ، میزان اسیدیته پنیر کاهش می‌یابد.

اثر صمغ فارسی بر میزان خاکستر پنیر فراپالایش آب‌نمکی طی دوره نگهداری

شکل ۲ اثر صمغ فارسی بر میزان خاکستر پنیر فراپالایش آب‌نمکی در طول دوره نگهداری را نشان می‌دهد. بر اساس شکل، پنیر شاهد کمترین میزان خاکستر را داشت (۳/۶۶ ٪ در روز ۳)، درحالی‌که بیشترین مقدار خاکستر (۳/۹۳ ٪ در روز ۴۵) مربوط به پنیر حاوی ۰/۱ ٪ صمغ بود. به‌طور کلی، افزایش مقدار صمغ تاثیر معنی‌داری ($p \leq$ ۰/۰۵) در افزایش مقدار خاکستر پنیرها داشت. همچنین، میزان خاکستر نمونه‌ها با افزایش زمان نگهداری تا روز ۴۵ افزایش پیدا کرد (که این افزایش تنها برای نمونه‌های شاهد و حاوی ۰/۰۳ ٪ صمغ معنی‌دار ($p \leq$ ۰/۰۵) بود) و در ادامه به‌طور غیر معنی‌داری کاهش یافت. به عبارت دیگر، زمان نگهداری بر میزان خاکستر پنیرهای حاوی ۰/۰۵ و ۰/۱ ٪ صمغ تاثیر معنی‌داری نداشت.

نتایج تا روز ۴۵ نگهداری با گزارش غلامحسین‌پور و همکاران (Gholamhosseinpour *et al.*, 2023) در مورد پنیر فراپالایش آب‌نمکی، که در طول دوره نگهداری میزان خاکستر پنیر افزایش پیدا کرده بود، مطابقت داشت. در پژوهشی که بیک‌محمدی و همکاران (Beik Mohammadi *et al.*, 2015) بر روی پنیر لور انجام دادند نیز میزان خاکستر طی دوره نگهداری پنیر افزایش پیدا کرد. بررسی نوعی پنیر نمکی فراپالایش توسط الاتیبی و ویلبی (Al-Otaibi & Wilbey, 2004) حاکی از ثابت ماندن مقدار خاکستر در طول دوره نگهداری بود.

در ارتباط با اثر صمغ نیز، با افزایش میزان صمغ آکاسیا و اینولین در پنیر میناس فرسکال (Santos *et al.*, 2015) و صمغ کینوا در پنیر فراپالایش (Abdelmontaleb *et al.*, 2021) میزان خاکستر افزایش یافت. افزایش زمان نگهداری نیز باعث افزایش مقدار خاکستر پنیرهای مذکور گردید.



شکل ۱- اثر صمغ فارسی بر میزان اسیدیته پنیر فراپالایش آب‌نمکی طی دوره نگهداری

Fig. 1. The effect of Persian gum on the acidity of brined ultrafiltered cheese during storage

اثر صمغ فارسی بر میزان چربی پنیر فراپالایش آب‌نمکی طی دوره نگهداری

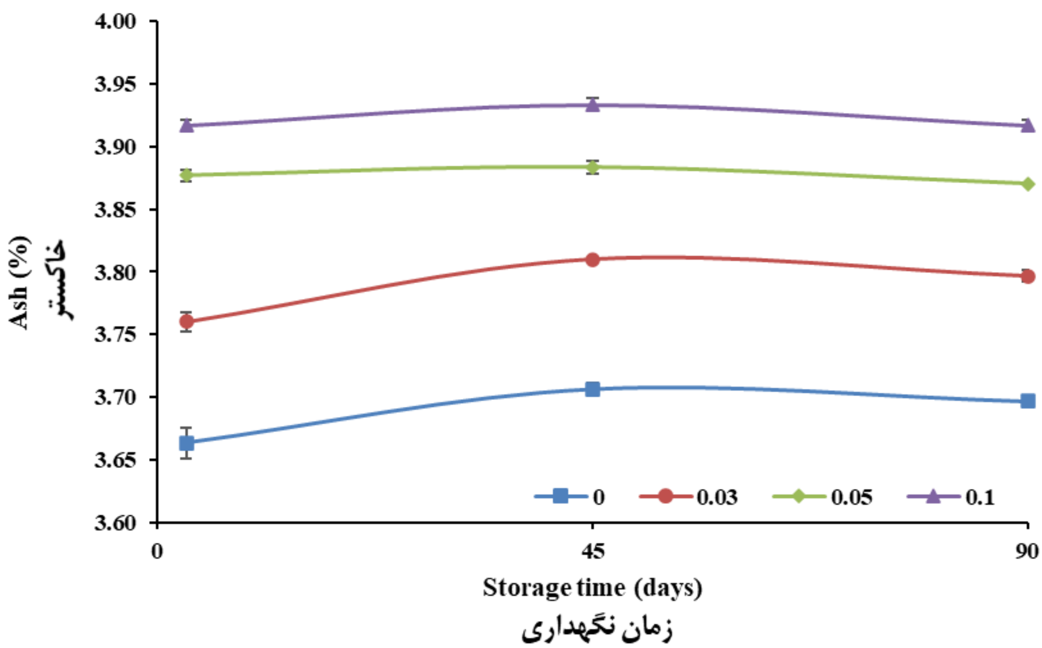
در شکل ۳ اثر صمغ فارسی بر میزان چربی پنیر فراپالایش آب‌نمکی طی دوره نگهداری نشان داده شده است. مطابق شکل، میزان چربی نمونه‌ها طی دوره رسیدگی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند و تنها تفاوت نمونه ۹۰ روزه حاوی ۰/۰۳ ٪ صمغ با دیگر پنیرها معنی‌دار بود ($p \leq ۰/۰۵$). افزایش زمان رسیدگی تا روز ۴۵ نیز تفاوت معنی‌داری در میزان چربی پنیرها ایجاد نکرد، اما در ادامه و با افزایش زمان رسیدگی به ۹۰ روز، میزان چربی نمونه‌ها به طور معنی‌داری ($p \leq ۰/۰۵$) کاهش یافت که می‌توان آن را به گسترش لیپولیز چربی موجود در بافت پنیرها نسبت داد.

کرمی و همکاران (Karami *et al.*, 2008) (پنیر فتای فراپالایش)، شهاب‌لواسانی و همکاران (Shahab Lavasani, *et al.*, 2012) (پنیر لیقوان)، غلامحسین‌پور و همکاران (Gholamhosseinpour *et al.*, 2021) (پنیر فتای فراپالایش آنالوگ) و غلامحسین‌پور و همکاران (Gholamhosseinpour *et al.*, 2023) (پنیر فراپالایش آب‌نمکی) نیز گزارش کرده‌اند که میزان چربی با افزایش زمان نگهداری به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد که به‌دلیل لیپولیز چربی‌ها و در نتیجه تولید گلیسرول و اسیدهای چرب آزاد می‌باشد.

اثر صمغ فارسی بر میزان حالت صمغی پنیر فراپالایش آب‌نمکی طی دوره نگهداری

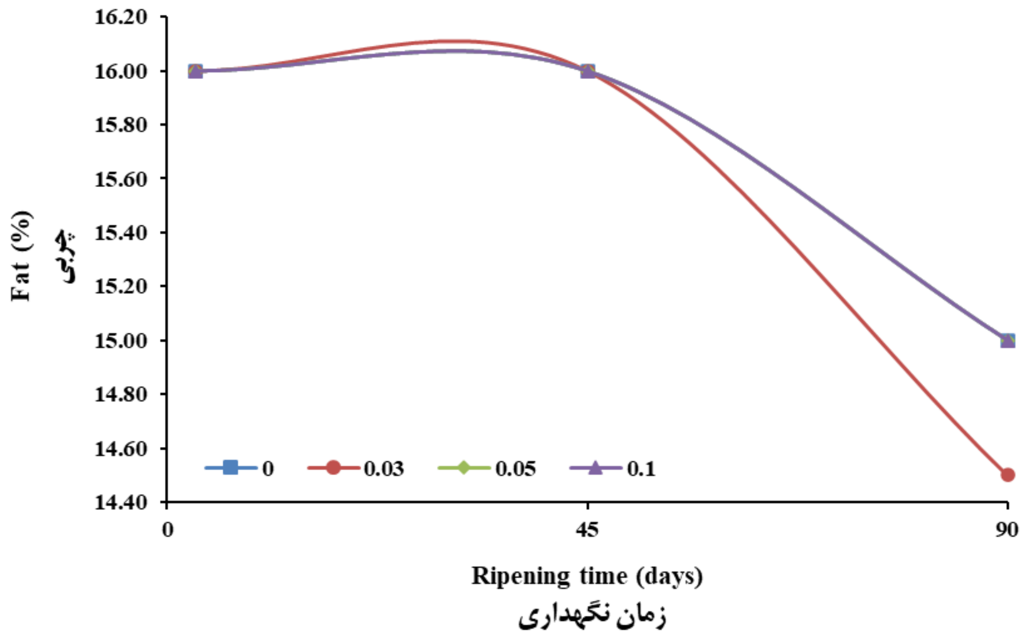
در شکل ۴ اثر صمغ فارسی بر میزان حالت صمغی پنیر فراپالایش آب‌نمکی در طول دوره نگهداری نشان داده شده است. طبق شکل، نمونه شاهد بیشترین میزان حالت صمغی را نشان داد، درحالی‌که کمترین مقدار حالت صمغی در نمونه حاوی ۰/۱ ٪ صمغ مشاهده شد. تفاوت حالت صمغی پنیرها در هر یک از زمان‌های نگهداری با یکدیگر معنی‌دار ($p \leq ۰/۰۵$) بود. با افزایش زمان نگهداری، افزایش پیوسته حالت صمغی در نمونه شاهد مشاهده شد که این افزایش در انتهای دوره نگهداری نسبت به ابتدای آن معنی‌دار ($p \leq ۰/۰۵$) بود. حالت صمغی در پنیرهای حاوی صمغ نیز ابتدا از روز ۳ تا ۴۵ افزایش یافت و در ادامه تا انتهای دوره نگهداری کاهش پیدا کرد.

افزایش حالت صمغی پنیر شاهد طی دوره نگهداری می‌تواند به‌دلیل آب‌اندازی و افت رطوبت بالای آن باشد (Bertolino *et al.*, 2011). یاسار و گزلر (Yasar & Guzeler, 2011) کاهش حالت صمغی پنیر کاشار طی دوره نگهداری را ناشی از هیدرولیز آلفا اس یک کازئین دانستند.



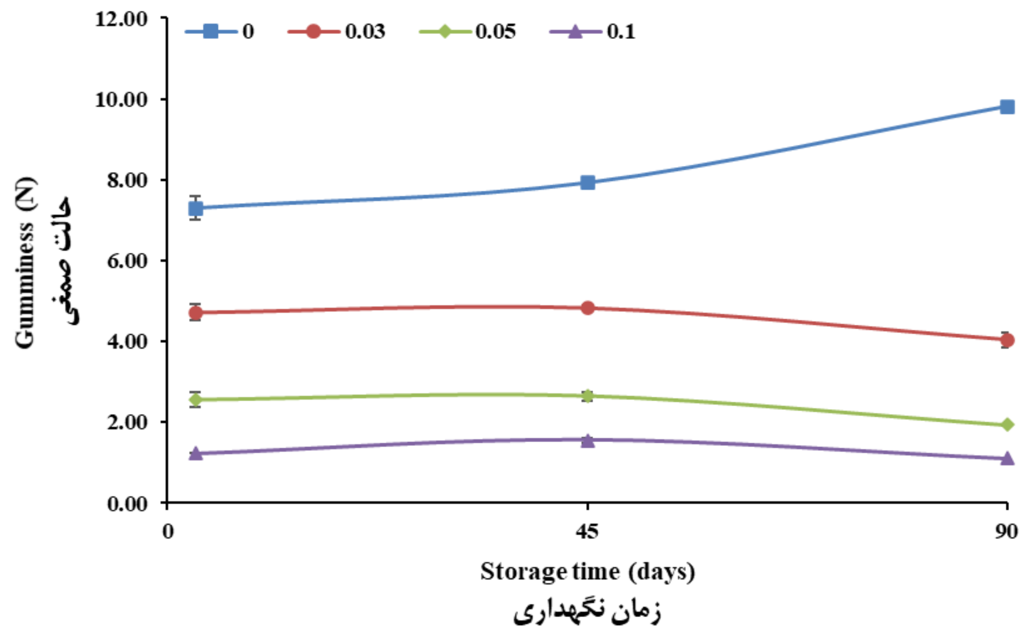
شکل ۲- اثر صمغ فارسی بر میزان خاکستر پنیر فراپالایش آب‌نمکی طی دوره نگهداری

Fig. 2. The effect of Persian gum on the amount of brined ultrafiltered cheese ash during storage



شکل ۳- اثر صمغ فارسی بر میزان چربی پنیر فراپالایش آب‌نمکی طی دوره نگهداری

Fig. 3. The effect of of Persian gum on the fat content of brined ultrafiltered cheese during storage



شکل ٤- اثر صمغ فارسی بر میزان حالت صمغی پنیر فراپالایش آب‌نمکی طی دوره نگهداری

Fig. 4. The effect of Persian gum on the gumminess of brined ultrafiltered cheese during storage

افزایش میزان هیدروکلوئید باعث کاهش حالت صمغی پنیر می‌شود که دلیل آن افزایش ظرفیت جذب آب توسط هیدروکلوئید می‌باشد (Shafiei *et al.*, 2014). ولی‌کاکیس و همکاران (Volikakis *et al.*, 2004) نیز دریافتند که افزودن کنسانتره جو- بتاگلوکان باعث کاهش حالت صمغی پنیر سفید کم‌چرب آب‌نمکی گردید که می‌تواند ناشی از برهم‌کنش هیدروکلوئید با ساختار شبکه کازئینی باشد. با افزایش میزان هیدروکلوئید حالت صمغی پنیر سفید کم‌چرب ایرانی حاوی صمغ دانه ریحان و زانتان کاهش یافت،

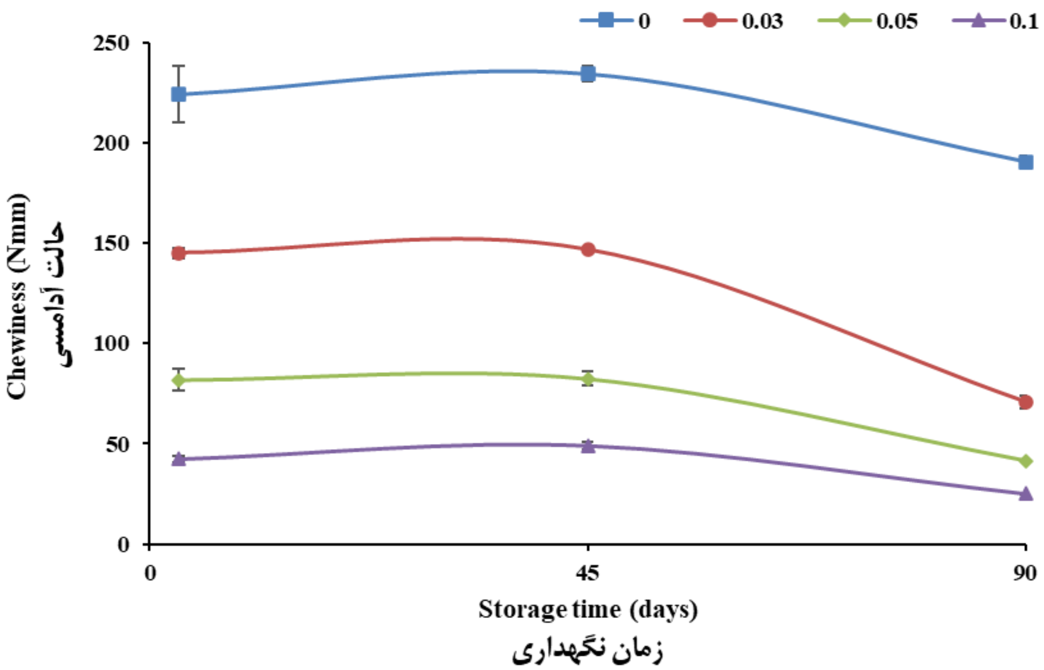
به‌طوری‌که تیمار شاهد به‌دلیل نداشتن صمغ بیشترین میزان حالت صمغی را به خود اختصاص داد. در رابطه با اثر زمان نگهداری نیز کاهش حالت صمغی پنیرها طی دوره نگهداری ۶۰ روزه مشاهده گردید (Nateghi, 2020).

اثر صمغ فارسی بر میزان حالت آدامسی پنیر فراپالایش آب‌نمکی طی دوره نگهداری

اثر صمغ فارسی بر میزان حالت آدامسی پنیر فراپالایش آب‌نمکی طی دوره نگهداری در شکل ۵ نشان داده شده است. در میان نمونه‌ها، بیشترین مقدار حالت آدامسی مربوط به نمونه شاهد بود و پنیرهای حاوی ۰/۰۳، ۰/۰۵ و ۰/۱ ٪ صمغ به‌ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. میزان حالت آدامسی پنیرها نیز در هر یک از زمان‌های نگهداری اختلاف معنی‌داری ($p \leq ۰/۰۵$) با یکدیگر داشتند. با گذشت زمان نگهداری، میزان حالت آدامسی نمونه‌ها ابتدا تا روز ۴۵ افزایش غیرمعنی‌داری یافت و سپس تا انتهای دوره نگهداری به‌طور معنی‌داری ($p \leq ۰/۰۵$) کاهش پیدا کرد، هر چند این کاهش برای پنیر حاوی ۰/۱ ٪ صمغ معنی‌دار نبود.

اُماهونی و همکاران (O'Mahony *et al.*, 2005) (پنیر چدار) و کومار و همکاران (Kumar *et al.*, 2011) (پنیر فتا) نیز کاهش معنی دار حالت آدامسی را طی دوره نگهداری گزارش کرده‌اند. افزایش اولیه حالت آدامسی می‌تواند ناشی از آب‌اندازی باشد که در ادامه پروتئولیز بر این افت رطوبت غالب شده و حالت آدامسی کاهش می‌یابد (Gholamhosseinpour *et al.*, 2018).

هیدروکلوئیدها دارای قابلیت تضعیف ماتریکس پروتئینی پنیر بوده و از این رو انرژی کمتری جهت جویدن پنیر مورد نیاز می‌باشد. نوع و غلظت هیدروکلوئید و طبیعتاً قابلیت جذب آب آن در این خصوص مؤثر می‌باشند. با توجه به بررسی‌های انجام شده مشاهده گردید که بیشترین میزان حالت آدامسی مربوط به پنیر سفید کم‌چرب نرم شاهد بوده و پنیر حاوی بیشترین میزان صمغ زانتان، کمترین حالت آدامسی را داشت (Ali *et al.*, 2016). شفیعی و همکاران (Shafiei *et al.*, 2014) عنوان کردند که افزایش جذب آب همزمان با افزایش میزان عصاره مالت در پنیر فراپالایش سبب تضعیف بافت پنیر و کاهش میزان فشار لازم جهت جویدن آن می‌گردد. با توجه به نتایج به دست آمده از مطالعه شرفی و همکاران (Sharafi *et al.*, 2019)، با افزایش میزان صمغ حالت آدامسی پنیر کاهش یافت. آنها عنوان کردند که استفاده از صمغ سبب افزایش میزان جذب آب و در نتیجه ضعیف شدن بافت پنیر گردید. یافته‌های رستم‌آبادی و همکاران (Rostamabadi *et al.*, 2016) نیز نشان داد که افزایش درصد صمغ موجب کاهش معنی‌دار مقاومت به جویدن می‌گردد. طبق نتایج به‌دست آمده از مطالعه ناطقی (Nateghi, 2020)، نمونه شاهد دارای بیشترین حالت آدامسی بود و پنیرهای حاوی صمغ حالت آدامسی کمتری داشتند.



شکل ۵- اثر صمغ فارسی بر میزان حالت آدامسی پنیر فراپالایش آب‌نمکی طی دوره نگهداری

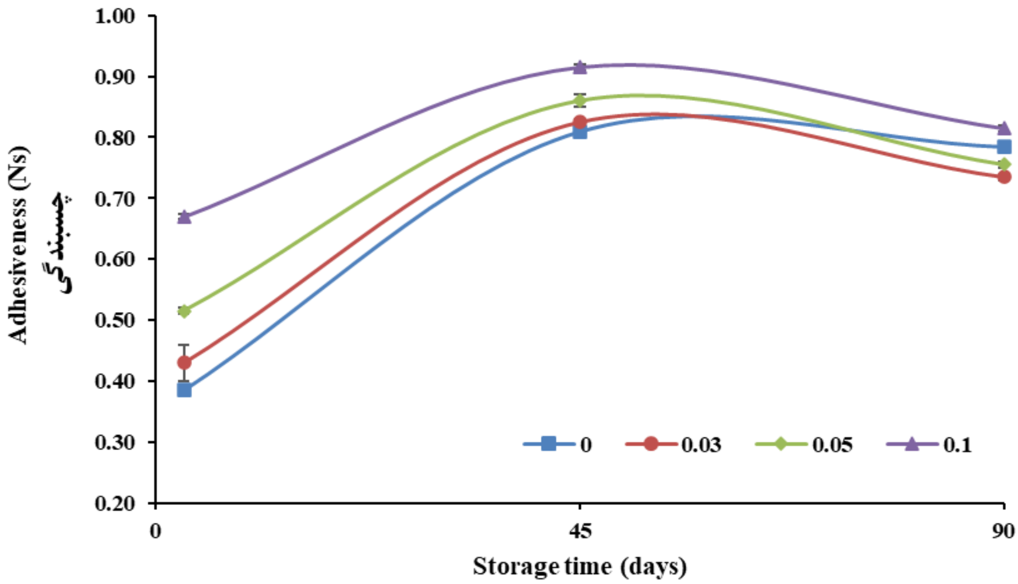
Fig. 5. The effect of Persian gum on the chewiness of brined ultrafiltered cheese during storage

اثر صمغ فارسی بر میزان چسبندگی پنیر فراپالایش آب‌نمکی طی دوره نگهداری

در شکل ۶ اثر صمغ فارسی بر میزان چسبندگی پنیر فراپالایش آب‌نمکی در طول دوره نگهداری ارائه داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، پنیر حاوی ۰/۱ ٪ صمغ چسبندگی بیشتری نسبت به سایر نمونه‌ها داشت. همچنین، تا روز ۴۵ نگهداری، میزان چسبندگی نمونه شاهد از سایر نمونه‌ها کمتر بود، اما در پایان دوره نگهداری پنیر حاوی ۰/۰۳ ٪ صمغ چسبندگی بیشتری را نشان داد. روند کلی تغییر چسبندگی نمونه‌ها طی دوره نگهداری افزایش معنی‌دار (p ≤ ۰/۰۵) اولیه تا روز ۴۵ نگهداری و سپس کاهش معنی‌دار (p ≤ ۰/۰۵) تا انتهای دوره نگهداری بود، هرچند این کاهش برای نمونه شاهد نسبت به روز ۴۵ معنی‌دار نبود. علی‌رغم روند کاهشی چسبندگی پنیرها بعد از روز ۴۵ نگهداری، میزان چسبندگی نمونه‌های ۹۰ روزه همواره به‌طور معنی‌داری (p ≤ ۰/۰۵) بالاتر از چسبندگی نمونه‌ها در ابتدای دوره نگهداری بود.

غلامحسین‌پور و همکاران (Gholamhosseinpour *et al.*, 2018) (پنیر فتای فراپالایش آنالوگ)، آتاسوی و همکاران (Atasoy *et al.*, 2021) (پنیر اورفا)، ذونوبی و گُلی (Zonoubi & Goli, 2021) (پنیر فتا) و غلامحسین‌پور و همکاران (Gholamhosseinpour *et al.*, 2023) (پنیر فراپالایش آب‌نمکی) کاهش میزان چسبندگی پنیر طی دوره نگهداری را گزارش کردند. با توسعه پروتئولیز در طول دوره نگهداری، زنجیره‌های پروتئینی تجزیه شده و گروه‌های آبگریز داخلی آزاد می‌شوند. بر این اساس، گروه‌های آبگریز در سطح پروتئین افزایش یافته و منجر به افزایش برهم‌کنش‌های آبگریز بین ذرات می‌شوند که در نتیجه آن چسبندگی پنیر در طول نگهداری کاهش می‌یابد (Zonoubi & Goli, 2021).

صمغ به‌دلیل داشتن گروه‌های هیدروکسیل و جذب آب از محیط اطراف دارای ویژگی چسبندگی می‌باشد که این امر در پنیر حاوی صمغ کاملاً مشهود است. با افزایش غلظت صمغ، چسبندگی پنیر تولیدی افزایش می‌یابد (Hesarinejad *et al.*, 2021). میزان چسبندگی با افزایش محتوای چربی و جذب آب و همچنین تضعیف ماتریکس پروتئینی افزایش می‌یابد (Shafiei *et al.*, 2014). بغدادی و همکاران (Baghdadi *et al.*, 2018) گزارش کردند که پنیر شاهد دارای بیشترین میزان چسبندگی در انتهای دوره نگهداری بود و دلیل آن را میزان بیشتر پروتئین عنوان نمودند.

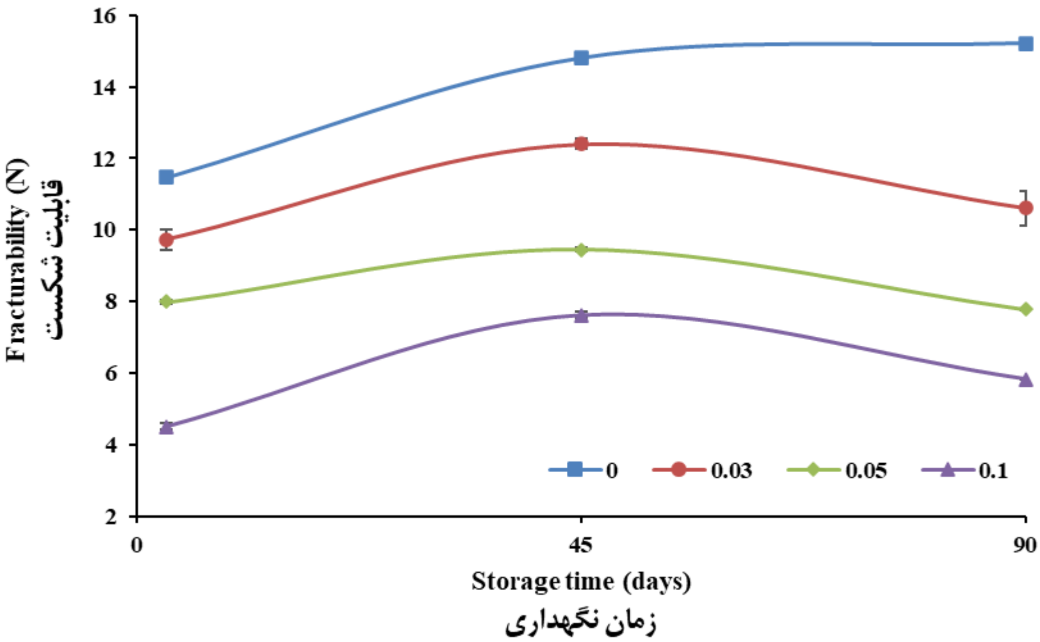


شکل ٦- اثر صمغ فارسی بر میزان چسبندگی پنیر فراپالایش آب‌نمکی طی دوره نگهداری

Fig. 6. The effect of Persian gum on the adhesiveness of brined ultrafiltered cheese during storage

اثر صمغ فارسی بر میزان قابلیت شکست پنیر فراپالایش آب‌نمکی طی دوره نگهداری

اثر صمغ فارسی بر میزان قابلیت شکست پنیر فراپالایش آب‌نمکی طی دوره نگهداری در شکل ۷ نشان داده شده است. مطابق شکل، نمونه شاهد از بیشترین و نمونه حاوی ۰/۱ ٪ صمغ از کمترین میزان قابلیت شکست در طول دوره نگهداری برخوردار بودند و تفاوت میزان قابلیت شکست نمونه‌ها نیز در هر یک از زمان‌های نگهداری معنی‌دار ($p \leq ۰/۰۵$) بود. همچنین، با افزایش زمان نگهداری، میزان قابلیت شکست نمونه شاهد به‌طور معنی‌داری ($p \leq ۰/۰۵$) افزایش یافت. در مورد نمونه‌های حاوی صمغ نیز میزان قابلیت شکست پنیرها ابتدا تا روز ۴۵ نگهداری افزایش معنی‌داری ($p \leq ۰/۰۵$) داشت، اما در ادامه و تا انتهای دوره نگهداری به‌طور معنی‌داری ($p \leq ۰/۰۵$) کاهش پیدا کرد.



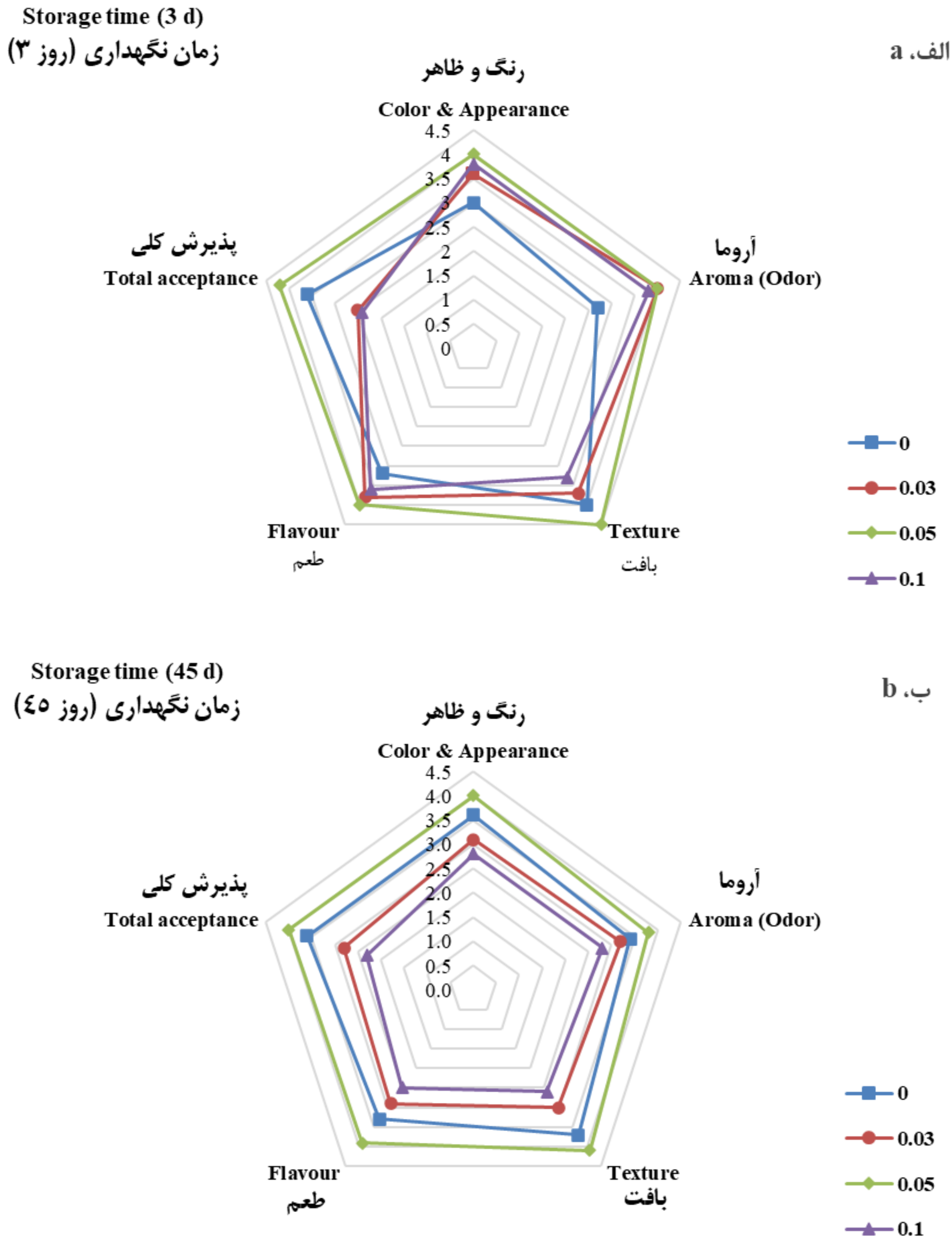
شکل ۷- اثر صمغ فارسی بر میزان قابلیت شکست پنیر فراپالایش آب‌نمکی طی دوره نگهداری

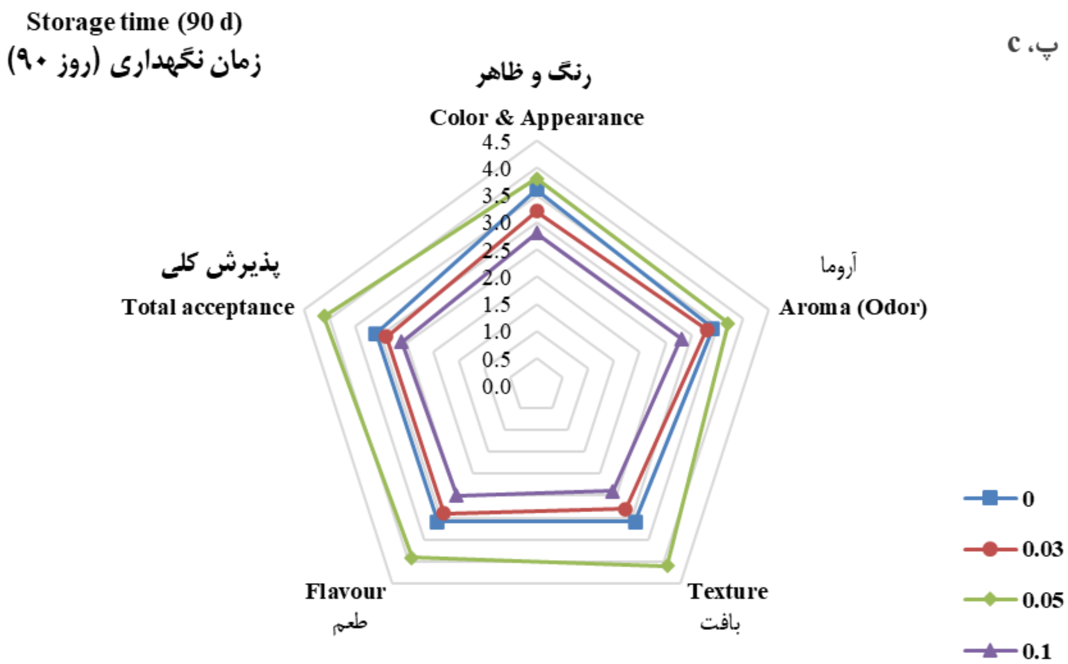
Fig. 7. The effect of Persian gum on the fractureability of brined ultrafiltered cheese during storage

اثر صمغ فارسی بر ویژگی‌های حسی پنیر فراپالایش آب‌نمکی طی دوره نگهداری

در شکل ۸ اثر صمغ فارسی بر ویژگی‌های حسی (رنگ و ظاهر، آروما، بافت، طعم و پذیرش کلی) پنیر فراپالایش آب‌نمکی در طول دوره نگهداری ۳ روزه (۱۹- الف)، ۴۵ روزه (۱۹- ب) و ۹۰ روزه (۱۹- پ) نشان داده شده است. همان‌گونه که مشخص است، امتیاز رنگ و ظاهر پنیرهای ۳، ۴۵ و ۹۰ روزه در هر یک از غلظت‌ها تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. پنیر ۳ روزه حاوی ۰/۰۵ ٪ صمغ بیشترین و پنیر ۴۵ روزه حاوی ۰/۱ ٪ صمغ کمترین امتیاز رنگ و ظاهر را به خود اختصاص دادند. به جز پنیرهای ۴۵ و ۹۰ روزه که افزایش غلظت صمغ از ۰/۰۵ به ۰/۱ ٪ باعث کاهش معنی‌دار ($p \leq ۰/۰۵$) امتیاز رنگ و ظاهر آنها گردید در سایر موارد افزایش غلظت صمغ تأثیر معنی‌داری بر امتیاز رنگ و ظاهر نمونه‌ها نداشت. آرومای پنیرها نیز در هیچ یک از غلظت‌ها تحت تأثیر معنی‌دار زمان نگهداری قرار نداشت. همچنین غیر از تفاوت معنی‌داری که بین نمونه شاهد و سایر پنیرهای ۳ روزه مشاهده شد، در سایر موارد افزایش غلظت صمغ در هر یک از زمان‌های نگهداری تأثیر معنی‌داری بر امتیاز آرومای نمونه‌ها نشان نداد. در ارتباط با امتیاز بافت، اثر متقابل زمان و غلظت تفاوت معنی‌داری ایجاد نکرد، درحالی‌که اثرات ساده آنها معنی‌دار ($p \leq ۰/۰۵$) بود. در این ارتباط پنیرهای ۳ روزه و حاوی ۰/۰۵ ٪ صمغ بالاترین امتیاز بافت را داشتند، در حالی‌که کمترین امتیاز بافت مربوط به پنیرهای ۹۰ روزه و حاوی ۰/۱ ٪ صمغ بود. اثر متقابل زمان و غلظت نیز بر امتیاز طعم پنیرها معنی‌دار نبود، اما هر یک از آنها تأثیر ساده معنی‌داری ($p \leq ۰/۰۵$) بر امتیاز طعم داشتند. بیشترین امتیاز طعم مربوط به پنیرهای ۳ روزه و حاوی ۰/۰۵ ٪ صمغ بود، که تفاوت معنی‌داری ($p \leq ۰/۰۵$) با سایر نمونه‌ها داشتند، درحالی‌که

پنیرهای ۹۰ روزه و حاوی ۰/۱ ٪ صمغ کمترین امتیاز طعم را به خود اختصاص دادند. پذیرش کلی نمونه‌ها نیز تنها تحت تأثیر معنی‌دار غلظت صمغ قرار داشت ($p \leq ۰/۰۵$) و اثر زمان و تأثیر متقابل آن با غلظت بر امتیاز پذیرش کلی معنی‌دار نبود. پنیر حاوی ۰/۰۵ ٪ صمغ بیشترین پذیرش کلی را داشت که به‌طور معنی‌داری ($p \leq ۰/۰۵$) بالاتر از سایر نمونه‌ها بود، درحالی‌که کمترین امتیاز پذیرش کلی مربوط به پنیر حاوی ۰/۱ ٪ صمغ بود. به‌طور کلی، پنیر حاوی ۰/۰۵ ٪ صمغ از نظر ویژگی‌های حسی امتیاز بالاتری نسبت به سایر نمونه‌ها کسب نمود و پنیر حاوی ۰/۱ ٪ صمغ از طرف ارزیابان کمترین امتیاز حسی را به‌دست آورد.





شکل ۸- اثر صمغ فارسی بر ویژگی‌های حسی پنیر فراپالایش آب‌نمکی طی دوره نگهداری ۳ روزه (الف)، ۴۵ روزه (ب) و ۹۰ روزه (پ)

Fig. 8. The effect Persian gum on sensory characteristics of of brined ultrafiltered cheese during storage 3d (a), 45d (b) and 90d (c)

نتایج پژوهش حمدی و همکاران (Hamdy *et al.*, 2021) بر روی پنیر فتای کم‌چرب در طول دوره نگهداری حاکی از افزایش امتیازات بافت، طعم و پذیرش کلی در انتهای دوران نگهداری بود. آنها علّت بهبود بافت را کاهش رطوبت طی دوره نگهداری و دلیل ارتقای طعم را فعالیت‌های متابولیکی آغازگرها عنوان کردند.

غلامحسین‌پور و همکاران (Gholamhosseinpour *et al.*, 2023) در بررسی اثر زمان نگهداری بر ویژگی‌های حسی پنیر فراپالایش آب‌نمکی مشاهده کرد که در بیشتر تیمارها، امتیاز حسی پنیرهای ۱۰۵ روزه در مقایسه با پنیرهای ابتدای دوره نگهداری به‌طور معنی‌داری بالاتر بود. مطالعه نظری و همکاران (Nazari *et al.*, 2020) بر روی پنیر فتای کم‌چرب نیز نشان داد که ظاهر، مزه و پذیرش کلی نمونه‌ها طی ۶۰ روز نگهداری به‌طور معنی‌داری بهبود پیدا کرد، امّا در آروما و بافت پنیرها تغییر معنی‌داری مشاهده نشد. دلیل ارتقای امتیاز طعم و آرومای پنیر طی دوره نگهداری به فعالیت‌های متابولیکی آغازگرها و آزاد شدن اسیدهای چرب و آمینه نسبت داده شده است (Hamdy *et al.*, 2021).

صمغ‌ها به‌دلیل توانایی بالا در نگهداری رطوبت از قابلیت بهبود ویژگی‌های حسی پنیر برخوردار می‌باشند (Aminifar *et al.*, 2014). عبدالمنطلب و همکاران (Abdelmontaleb *et al.*, 2021)، کاهش امتیاز تمام صفات حسی پنیر طی دوره نگهداری را گزارش کردند. آنها بیان داشتند که نمونه‌های پنیر فراپالایش با بیشترین میزان صمغ کینوا از نظر طعم، رنگ و ظاهر و مجموع امتیازات از کمترین امتیاز حسی برخوردار بودند، در حالی‌که از لحاظ بافت و بدنه بیشترین امتیاز را داشتند، که این موضوع می‌تواند به‌دلیل جذب آب بالاتر توسط هیدروکلوئید باشد. امتیاز پذیرش کلی نشان داد که پنیر با غلظت هیدروکلوئید کمتر دارای پذیرش بیشتری می‌باشد. همچنین مشاهده شد که افزایش میزان هیدروکلوئید باعث ایجاد طعم تلخ ضعیف در پنیر شد. طبق نتایج به‌دست آمده از مطالعه بغدادی و همکاران (Baghdadi *et al.*, 2018)، پنیرهای آب‌نمکی حاوی صمغ دانه ریحان، نسبت به نمونه‌های بدون صمغ دارای کمترین امتیاز بافت و ظاهر بودند. امتیاز طعم نیز به‌دلیل شوری و بافت نرم، کمتر بود. شندی (Shendi, 2017) گزارش داد که پنیر سفید ایرانی کم‌چرب حاوی غلظت بالاتر صمغ گوار از لحاظ بافت و طعم بیشترین امتیاز را به خود اختصاص داد، درحالی‌که پنیر با غلظت کمتر صمغ از نظر ظاهری و پذیرش کلی بالاترین امتیاز را داشت. وجود حالت بافتی مناسب نه زیاد سفت و نه زیاد نرم و ظاهر آن، که بیشترین امتیاز را کسب کرده بود، می‌تواند علت این پدیده باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که روند تغییرات خاکستر (٪)، حالت صمغی (N) (جز نمونه شاهد)، حالت آدامسی (Nmm)، چسبندگی (Ns) و قابلیت شکست (N) (جز نمونه شاهد) تا روز ۴۵ افزایشی بود و پس از آن تا انتهای دوره نگهداری کاهش پیدا کردند. با افزایش زمان نگهداری نیز مقادیر اسیدیته (٪ اسید لاکتیک) و نمک (٪) پنیرها به‌صورت پیوسته‌ای افزایش یافتند، درحالی‌که میزان چربی (٪) نمونه‌ها کاهش پیدا کرد. همچنین افزایش غلظت صمغ باعث کاهش معنی‌دار ($p \leq ۰/۰۵$) میزان اسیدیته، حالت صمغی، حالت آدامسی و قابلیت شکست گردید، درحالی‌که مقادیر خاکستر و حالت چسبندگی پنیرها افزایش معنی‌داری ($p \leq ۰/۰۵$) پیدا کردند. عدم آلودگی میکروبی (کلیفرمی، کپکی و مخمری) نمونه‌های شاهد و حاوی صمغ طی ۹۰ روز موید ایمنی میکروبی محصول در طول دوره نگهداری بود. از نظر ارزیابی حسی نیز پنیر حاوی ۰/۰۵ ٪ صمغ بالاترین و پنیر حاوی ۰/۱ ٪ صمغ پایین‌ترین امتیاز حسی را نسبت به سایر نمونه‌ها کسب کردند. با توجه به تأثیر مثبت صمغ فارسی بر ویژگی‌های مختلف پنیر فراپالایش آب‌نمکی به‌ویژه بهبود بافت، استفاده از آن در تولید صنعتی این محصول و همچنین بررسی اثر ترکیبی آن با سایر هیدروکلوئیدها توصیه می‌گردد.

میزان مشارکت

علی‌اکبر غلامحسین‌پور: تحقیق و بررسی، نرم‌افزار، نوشتن، بررسی و ویرایش؛ **سعید زارع:** مفهوم‌سازی، مدیریت داده‌ها.

منابع تأمین مالی

این تحقیق هیچ کمک مالی خاصی در بخش‌های عمومی، تجاری یا غیر انتفاعی دریافت نکرد.

References

1. Abbasi, S. (2017). Challenges towards characterization and applications of a novel hydrocolloid: Persian gum. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, *28*, 37-45. https://doi.org/10.1016/j.cocis.2017.03.001
2. Abdelmontaleb, H.S., Othman, F.A., Degheidi, M.A., & Abbas, K.A. (2021). The influence of quinoa flour addition on the physicochemical, antioxidant activity, textural, and sensory characteristics of UF- soft cheese during refrigerated storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, *45*(5), e15494. https://doi.org/10.1111/jfpp.15494
3. Ali, A.A., El-Ghany, A., Zeidan, M., & Kheder, A.A. (2016). Use of hydrocolloids for enhancing Egyptian style low fat white soft cheese attributes. *Journal of Food and Dairy Sciences*, *7*(8), 363-369. https://doi.org/10.21608/jfds.2016.46028
4. Al- Otaibi, M.M., & Wilbey, R.A. (2004). Effect of temperature and salt on the maturation of white- salted cheese. *International journal of dairy technology*, *57*(1), 57-63. https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2004.00123.x
5. Aminifar, M., Emam-Djome, Z., & Belgheisi, S. (2014). Effect of xanthan and milk protein concentrate on hardness, microstructure and ester release of low-fat brined cheese. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, *9*(1), 83-92.
6. AOAC. (2005). Official Methods of Analysis of the AOAC (Association of Official Analytical Chemists) International, G. W. Latimer and W. Horwitz (Eds.), 18th ed, in ash (incineration at 550ºC method) method 935.42, Gaithersburg, MD.
7. Atasoy, A.F., Hayaloglu, A.A., Ceylan, H.G., & Çiçek, M. (2021). Effects of scalding parameters and ripening on the chemical, textural and microstructural properties of Urfa cheese. *Journal of Agricultural Sciences*, *27*(2), 155-163. https://doi.org/10.15832/ankutbd.605018
8. Azarnia, S., Ehsani, M.R., & Mirhadi, S.A. (1997). Evaluation of the physico-chemical characteristics of the curd during the ripening of Iranian brine cheese. *International Dairy Journal*, *7*(6-7), 473-478. https://doi.org/10.1016/S0958-6946(97)00034-4
9. Azarnia, F., Roozbeh, L., Alaeddini, B., & Ebrahimi Pure, A. (2014, October). Effect of *Alyssum homolocarpum* gum as fat replacer on chemical and sensory properties of ultra-filtrated Iranian white cheese. In First International Conference on Natural Food Hydrocolloids, Mashhad, Iran (pp. 22-23).
10. Baghdadi, F., Aminifar, M., Farhoodi, M., & Shojaee Ali Abadi, S. (2018). Study of macromolecular interactions in low- fat brined cheese modified with Zedu gum. *International Journal of Dairy Technology*, *71*(2), 382-394. https://doi.org/10.1111/1471-0307.12476
11. Baghdadi, F., Aminifar, M., Farhoodi, M., & Shojaee, S. (2018). Changes in the structure of Brined cheese modified with basil seed gum based on protein-polysaccharide interactions. *Journal of Agricultural Science and Technology*, *20*(4), 695-708.
12. Beik Mohammadi, M., Bolandi, M., & Ghoddusi, H.B. (2015). Production and physicochemical, rheological, sensory analysis of “Lour” cheese. *Journal of Food Science and Technology*, *12*(49), 41-49.
13. Bertolino, M., Dolci, P., Giordano, M., Rolle, L., & Zeppa, G.J.F.C. (2011). Evolution of chemico-physical

characteristics during manufacture and ripening of Castelmagno PDO cheese in wintertime. *Food Chemistry*, *129*(3), 1001-1011. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.05.060

14. BSI. (1989). Standard no. 696: Gerber method for the determination of fat in milk and milk products. London, UK: British Standards Institution.
15. Clark, S., Costello, M., Drake, M., & Bodyfelt, F. (2009). The sensory evaluation of dairy products. Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-77408-4
16. Dabestani, M., Kadkhodaee, R., Phillips, G.O., & Abbasi, S. (2018). Persian gum: A comprehensive review on its physicochemical and functional properties. *Food Hydrocolloids*, *78*, 92-99. https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.06.006
17. Fang, Y., Zhang, H., & Nishinari, K. (Eds.). (2021). *Food hydrocolloids: Functionalities and applications*. Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-981-16-0320-4
18. Fox, P.F., Guinee, T.P., Cogan, T.M., & McSweeney, P.L. (2017). *Fundamentals of cheese science* (pp. 121-183). New York: Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7681-9
19. Fritzen- Freire, C.B., Mueller, C.M., Laurindo, J.B., Amboni, R.D.D.M., & Prudencio, E.S. (2010). The effect of direct acidification on the microbiological, physicochemical and sensory properties of probiotic Minas Frescal cheese. *International Journal of Dairy Technology*, *63*(4), 561-568.
20. Gholamhosseinpour, A., & Zare, S. (2024). Investigating the effect of Persian gum on physicochemical, textural and rheological characteristics of UF white brined cheese during ripening. *International Dairy Journal*, 105952. https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2024.105952
21. Gholamhosseinpour, A., Karimi Davijani, A., & Karami, M. (2023). Investigating the effect of ozone on the physicochemical, microbial and sensory properties of brined ultrafiltered cheese during ripening. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*. https://doi.org/10.22067/ifstrj.2023.81663.1244
22. Gholamhosseinpour, A., Mazaheri Tehrani, M., & Razavi, S.M.A. (2021). The effects of commercial mixed-strain starter cultures on the chemical and sensory characteristics of UF-Feta cheese analogue during ripening. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, *17*(6), 153-166. https://doi.org/10.22067/ifstrj.2021.70493.1050
23. Gholamhosseinpour, A., Mazaheri Tehrani, M., & Razavi, S.M.A. (2018). Optimization of textural characteristics of analogue UF-Feta cheese made from dairy and non-dairy ingredients. *Iranian Journal Food Science and Technology Research*, *13*, 80-91. https://doi.org/10.22067/ifstrj.v1396i0.59349
24. Gholamhosseinpour, A., Tehrani, M.M., Razavi, S.M.A., & Rashidi, H. (2014). Evaluation and optimization of chemical and sensory properties of various formulations of recombined UF-Feta cheese analogues using response surface methodology. *Iranian Journal Food Science and Technology Research*, *10*(2), 107-121. https://doi.org/10.22067/ifstrj.v10i2.37815
25. Gunsekaran, S., & Ak, M.M. (2003). *Cheese rheology and texture* (pp. 41, 44, 313-323). Boca Raton, FL, USA: CRC Press. https://doi.org/10.1201/9781420031942
26. Hamdy, A.M., Ahmed, M.E., Mehta, D., Elfaruk, M.S., Hammam, A.R., & El- Derwy, Y.M. (2021). Enhancement of low- fat Feta cheese characteristics using probiotic bacteria. *Food Science & Nutrition*, *9*(1), 62-70. https://doi.org/10.1002/fsn3.1889
27. Hashemi, S.M.B., Gholamhosseinpour, A., & Abedi, E. (2021). Biopreservative potential of Lactobacillus strains in yoghurt dessert. *Journal of Food Measurement and Characterization*, *15*(2), 1634-1643. https://doi.org/10.1007/s11694-020-00755-z
28. Hesarinejad, M.A., Lorenzo, J.M., & Rafe, A. (2021). Influence of gelatin/guar gum mixture on the rheological and textural properties of restructured ricotta cheese. *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications*, *2*, 100162. https://doi.org/10.1016/j.carpta.2021.100162
29. ISIRI. (2007). Milk and milk products – Enumeration of colony-forming units of yeasts and/or moulds-colony - Count Technique at 25˚C. *Iran National Standards Organization*, No. 10154.
30. ISIRI. (2008). Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the detection and enumeration of coliforms – Most probable number technique. *Iran National Standards Organization*, No. 11166.
31. ISIRI. (2022). Milk and milk products, determination of titrable acidity and pH, test method. *Iran National Standards Organization*, 2nd Revision, No. 2852.
32. Karami, M., Ehsani, M.R., Mousavi, M.E., Rezaei, K., & Safari, M. (2008). Microstructural changes in fat during the ripening of Iranian ultrafiltered Feta cheese. *Journal of Dairy Science*, *91*(11), 4147-4154. https://doi.org/10.3168/jds.2008-1249
33. Karimi, R., Mortazavian, A.M., & Karami, M. (2012). Incorporation of *Lactobacillus casei* in Iranian ultrafiltered Feta cheese made by partial replacement of NaCl with KCl. *Journal of Dairy Science*, *95*(8), 4209-4222. https://doi.org/10.3168/jds.2011-4872
34. Khani, A., & Roufegari-Nejad, L. (2019). Low fat UF-feta cheese production containing xanthan gum. *Food Research Journal*, *29*(1), 155-167.
35. Kumar, S., Kanawjia, S.K., & Kumar, S. (2011). The effect of varying casein/fat ratio on physicochemical and sensory qualities of Feta- type cheese made using buffalo milk. *International Journal of Dairy Technology*, *64*(3),

380-385. https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2011.00686.x
36. Madadlou, A., Mousavi, M.E., & Farmani, J. (2007). The influence of brine concentration on chemical composition and texture of Iranian white cheese. *Journal of Food Engineering*, *81*(2), 330-335. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.11.010
37. Nateghi, L. (2020). Influence of basil and xanthan gum on physicochemical and tissue properties of Iranian low-fat white cheese. *Journal of Innovation in Food Science and Technology*, *12*(1), 27-45. https://doi.org/10.30495/JFST.2020.665332
38. Nazari, S.M., Mortazavi, A., Hesari, J., & Tabatabaei Yazdi, F. (2020). Proteolysis and textural properties of low- fat ultrafiltered Feta cheese as influenced by maltodextrin. *International Journal of Dairy Technology*, *73*(1), 244-254. https://doi.org/10.1111/1471-0307.12642
39. O'Mahony, J., Lucey, J., & McSweeney, P.J.J.O.D.S. (2005). Chymosin-mediated proteolysis, calcium solubilization, and texture development during the ripening of Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science*, *88*(9), 3101-3114. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72992-1
40. Rostamabadi, H., Jooyandeh, H., & Hojjati, M. (2016). Optimization of Iranian low-fat cheese with addition of Persian and almond gums as fat replacers by response surface methodology. *Research and Innovation in Food Science and Technology*, *5*(3), 235-248. https://doi.org/10.22101/JRIFST.2016.12.19.532
41. Rostamabadi, H., Jooyandeh, H., & Hojjati, M. (2017). Optimization of physicochemical, sensorial and color properties of ultrafiltrated low-fat Iranian white cheese containing fat replacers by Response Surface Methodology. *Iranian Journal of Food Science and Technology*, *14*(63), 94-106.
42. Santos, T.J.D., Pieretti, G.G., Marques, D.R., Scapim, M.R.D.S., Branco, I.G., & Madrona, G.S. (2015). Microbial, physical, chemical and sensory properties of Minas Frescal Cheese with inulin and acacia gum. *Acta Scientiarum-Technology*, *37(1)*, 155-160. https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v37i1.19744
43. Shafiei, Z., Hojjatoleslamy, M., Soha, S., & Shariati, M.A. (2014). The influence of malt extraction adding to UF fresh low fat cheese on its textural properties. *International Journal of Science and Engineering*, *6*(1), 52-55. https://doi.org/10.12777/ijse.6.1.52-55
44. Shahab Lavasani, A.R., Ehsani, M.R., Mirdamadi, S., & Ebrahim Zadeh Mousavi, M.A. (2012). Changes in physicochemical and organoleptic properties of traditional Iranian cheese Lighvan during ripening. *International Journal of Dairy Technology*, *65*(1), 64-70. https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2011.00724.x
45. Sharafi, S., Nateghi, L., Eyvazzade, O., & Ebrahimi Taj Abadi, M. (2019). Optimization and evaluation of textural properties of ultra-filtrated low-fat cheese containing galactomannan and Novagel gum. *Mljekarstvo: časopis za unaprjeđenje proizvodnje i prerade mlijeka*, *69*(4), 239-250. https://doi.org/10.15567/mljekarstvo.2019.0404
46. Shendi, E.G. (2017). Investigation of using guar gum for improving of texture and rheological features of Iranian low fat white cheese. *International Journal of Advancements in Technology*, *8*(3), 1000187. https://doi.org/10.4172/0976-4860.1000187
47. Souza, C.H., & Saad, S.M. (2009). Viability of *Lactobacillus acidophilus* La-5 added solely or in co-culture with a yoghurt starter culture and implications on physico-chemical and related properties of Minas fresh cheese during storage. *LWT-Food Science and Technology*, *42*(2), 633-640. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2008.07.015
48. Volikakis, P., Biliaderis, C.G., Vamvakas, C., & Zerfiridis, G.K. (2004). Effects of a commercial oat-β-glucan concentrate on the chemical, physico-chemical and sensory attributes of a low-fat white-brined cheese product. *Food Research International*, *37*(1), 83-94. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2003.07.007
49. Volikakis, P., Biliaderis, C.G., Vamvakas, C., & Zerfiridis, G.K. (2004). Effects of a commercial oat-β-glucan concentrate on the chemical, physico-chemical and sensory attributes of a low-fat white-brined cheese product. *Food Research International*, *37*(1), 83-94. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2003.07.007
50. Yasar, K., & Guzeler, N. (2011). Effects of coagulant type on the physicochemical and organoleptic properties of Kashar cheese. *International Journal of Dairy Technology*, *64*(3), 372-379. https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2011.00679.x
51. Yousefi, M., & Jafari, S.M. (2019). Recent advances in application of different hydrocolloids in dairy products to improve their techno-functional properties. *Trends in Food Science & Technology*, *88*, 468-483. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.04.015
52. Zomorodi, S., Azarpazhooh, E., & Behmadi, H. (2019). Comparison of the effect of linseed and basil seed mucilages with gum tragacanth and xanthan gum on textural and rheological properties of Iranian white cheese produced by ultrafiltration technique effect of some gums on properties of ultrafiltrated cheese. *Journal of Food and Bioprocess Engineering*, *2*(1), 13-18.
53. Zomorodi, S., Azarpazhooh, E., & Behmadi, H. (2020). Influence of some hydrocolloids on textural properties of UF cheese. *Journal of Food Biosciences and Technology*, *10*(2), 1-10.
54. Zonoubi, R., & Goli, M. (2021). The effect of complete replacing sodium with potassium, calcium, and magnesium brine on sodium- free ultrafiltration Feta cheese at the end of the 60- day ripening period: Physicochemical, proteolysis–lipolysis indices, microbial, colorimetric, and sensory evaluation. *Food Science & Nutrition*, *9*(2), 866-874. https://doi.org/10.1002/fsn3.2050